白化猕猴(*Macaca mulatta*)的培育研究
Ⅰ.白化猴的遗传基础研究

邹淑荃　白寿昌

(中国科学院昆明动物研究所
中国实验动物云南灵长类中心　灵长类学联合实验室)

摘　要

本文介绍一只白化雄猕猴与三只正常雌猴交配，共获得子一代（F_1）的杂合子六只。再用性成熟的雌性杂合子与另一只白化猕猴交配，在子二代（F_2）中，目前已获得两只后代，一为杂合子（♂），另一只为纯合子（♀）。

从上述测交试验结果表明：猕猴白化现象的遗传方式是孟德尔分离定律起着支配作用；猕猴白化现象是属于单基因遗传，为常染色体隐性遗传白化病。

关键词：白化猕猴，测验杂交，杂合子（体），纯合子（体），单基因遗传，常染色体隐性遗传

动物的白化突变个体并不是经常可以见到的，高等动物的基因突变率大都在10^{-4}～10^{-6}的数量级之间。在自然界中白化个体较多的是鸟类，在非人灵长类动物中则为数甚少，就世界而言，至今已报道过的白化型猿猴为15种（Hill，1974），而国内近十年已报道或私人通讯得知的白化猴有6种14只：

猕猴（恒河猴）*Macaca mulatta mulatta*　共5只
红面猴（短尾猴）*M. arctoides*（*M. speciosa*）　共1只
熊　猴　*M. assamensis*　共2只
台湾猴　*M. cyclopis*　共2只
黑叶猴　*P. francoisi francoisi*　共3只
川金丝猴　*R. roxellanae roxellanae*　共1只

这些白化个体都是单个地分布在不同地区。由于白化个体比非白化个体较易遭受自然选择的作用而被淘汰，所以基本上是自生自灭。

笔者于1979年从云南省永胜县获得一只白化雄猕猴，试图通过培育获得更多的白化猴，为现代科学研究提供高等的实验动物模型。但是，猴类中的白化现象的遗传基础，

本文1989年8月4日收到，同年10月5日修回。

是否也是一个常染色体上的隐性基因对之负责，在国内外均未见报道。因此，作者认为要进行白化猴的培育，首先应进行其遗传方式的研究，现将实验结果报道于下：

材料与方法

白化亲本　经虹膜检查：透明度异常，为浅蓝灰色，瞳孔红亮。全身被毛白色，属眼球皮肤型白化病。在酪氨酸酶活性检查中，发现该猴病因不是由于黑色素细胞内缺乏酪氨酸酶引起的，而是由于酪氨酸酶不能起正常作用的缘故（白寿昌等，1984）；再经检查证实，白化性状对其生长发育、血象指标、精液品质均无影响。染色体检查：白化猴的二倍体仍为2n＝42，非整倍体细胞为5％，染色体和染色单体畸变分别为2％和3％（畸变值偏高），G带核型和C带核型与其他动物无异（邹淑荃等，1982）。血清蛋白的电泳测定，其含量与正常猕猴相似。从上述各项指标证实，该猴确系白化个体，其白化性状在家养条件下对正常生长发育无明显影响。

实验方法　为探明白化猴的遗传方式，笔者安排下述杂交试验：用白猴（♂）与3只正常型的雌猴交配，以获取子一代，然后再用测交测定F_1的基因型（即用纯合隐性亲本作测验杂交），由此得知F_1个体配子类型的比例，推断F_1的个体基因型。并试图由此获得表现出亲本隐性性状的后代，或用F_1代的兄妹近交以获得分离的纯合体后代。

实验结果

本实验通过七年工作，现已获得子二代，其培育谱系见图1，白化个体见图版。

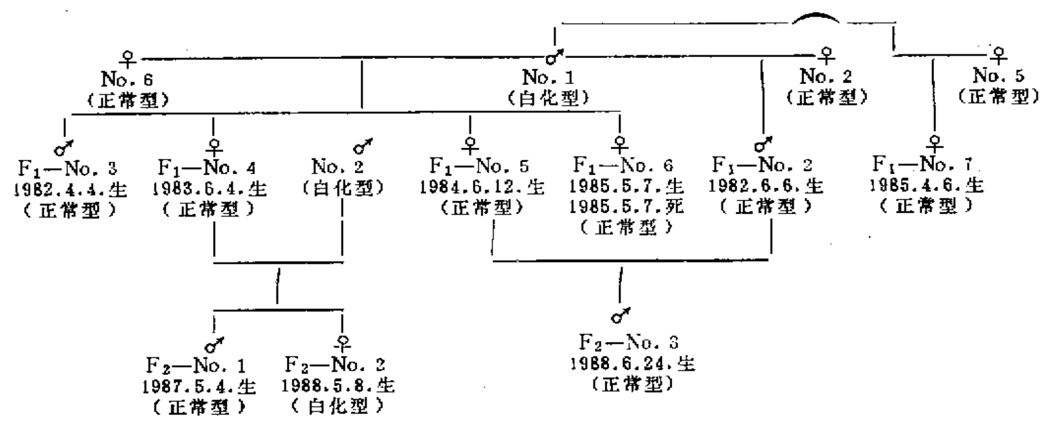


图1　白化猴的杂交谱系

从图1看出，通过测验杂交已获得基因型隐性纯合体（白化型），表明孟德尔分离定律起着支配作用，由此证明猴类的白化病的遗传方式，仍属于单基因遗传，为常染色体隐性遗传。此遗传方式的确定，为下一步培育白化品系提供了理论依据。

讨　论

一、培育白化猴新品系的意义：猴类的白化个体较为少见，是一种隐性遗传病，因为致病基因频率低，只有在隐性基因纯合时才致病。猴类在自然环境里由于群体小，白化个体的自然淘汰率也高，所以白化病对种群的危害性不大，偶尔出现人类视为珍奇。但是，白化病在人类的发病率为1/10,000，致病基因频率为1/100，而携带者频率为1/50（李璞，1985），如以此计算，世界上白化病人可达50余万，而白化基因携带者可达一亿左右，所以，人类白化现象是一个应予重视的问题。当然，人类白化病今后有可能采用基因工程的基因矫正术或酶的补偿得以治疗。但近20年用来作为白化病的动物模型仅有金鱼、小白鼠、地鼠、蛙及小鸡等几种（现代实验动物科学技术讲座汇编，1985），不仅种类少，而且进化地位与人类接近的实验动物至今还没有；在科学技术很发达的国家都非常重视实验动物的培育工作，特别倾向于培育近交系和基因突变品系的实验动物，当前世界上还未见有白化的非人灵长类基因突变品系，所以白化品系的培育将会为分子生物学、遗传学、医学生物学等学科提供一个遗传背景单一、进化地位接近于人的较为理想的标准化的实验研究模型。笔者认为，要解决人类白化病的治疗问题及适应当前科研实验的需要，在非人灵长类实验动物中培育白化品系是极为需要的。

二、非人灵长类白化品系培育的可能性：据知在国外很早即有人进行白化猴培育的尝试，Hill（1974）报道：1932年伦敦动物园即用白化型的白顶白眉猴（*Cercocebus atys*）与同种正常型的猴交配，试图获得白化猴，但经过23年，直到1954年均未获得白化型的纯合体。

1966年在赤道几内亚原始森林中，枪猎到世界上第一只白猩猩（*Gorilla gorilla*），后来运往西班牙的巴塞罗那动物园（Barcellona Zoo）进行白化品系的培育，期望借助杂交培育，最终形成一个白化新品系，至今仍未见到成功的报道。

猴群在野生状态下出现白化个体极少，基本上是自生自灭，所以期望在野生状态下形成白化动物群体是不可能的，只有人为地培育才有成功的可能。虽然过去有些学者培育白化猴以失败告终，但是，笔者在家养下已培育产生了白化型的个体，实验结果表明白化猴的遗传传递方式与人类相似，而且已拥有一定数量的杂合子与纯合子，从理论上讲，今后每年都将有白化猴降生，因而笔者认为：白化猴品系完全有可能象过去人工培育小白鼠、白兔一样获得成功，最终可以为现代科学研究提供一个在某些实验上比小白鼠之类更为有价值的实验动物。

参 考 文 献

上海实验动物研究中心，上海实验动物科学研究会　1985　现代实验动物科学技术讲座汇编。p.232。

白寿昌、邹淑荃　1984　白化猕猴（*M*、*mulatta*）的研究。动物学研究　5（1）:21—23。

李　璞　1985　医学遗传学入门，科学出版社。p.108。

邹淑荃、陈宜峰　1982　白化猕猴（*M*. *mulatta*）的染色体研究。动物学研究　3（3）:294。

Hill. W. C. O. 1974 Primates, Comparative analomy and taxonomy. Vol. 7, Cynopithecinae. *John Wiley & Sons*, New York.

STUDY ON CULTIVATION OF ALBINO MONKEY (*MACACA MULATTA*)
I. STUDY ON GENETIC BACKGROUND OF ALBINO MONKEY

Zou Shuquan Bai Shouchang
(Joint Laboratory of Primatology, KIZ & YNLPC)

Through cross of the F_1 hybrid of the only albino male monkey with an ordinary female monkey, a homozygous recessive albino female monkey F_2 offspring was obtained. This result shows that the mode of heridity of albino monkey seems to be in accordance with that of human beings, and the result of cross experiment substantially supported us both in theocretical and substantial background for our breeding of an albino variety of monkey to be quite possible just as the breeding of an albino mice variety under artificial conditions.

Key words: Albino monkey, Test cross, Recessive gene, Homozygote
Authors address: Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica